

**BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND**

24. Okt. 2003

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 52 178.6  
**Anmeldetag:** 09. November 2002  
**Anmelder/Inhaber:** SMS Demag AG,  
Düsseldorf/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Entzündern und/oder  
Reinigen eines Metallstrangs  
**IPC:** B 21 B 45/04

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 16. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

im Auftrag

Faust

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

07. NOV. 2002

Gi.hk

40.151

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

**Verfahren und Vorrichtung zum Entzundern und/oder Reinigen eines Metallstrangs**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entzundern und/oder Reinigen eines Metallstrangs, insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus nichtrostendem Stahl, bei dem der Metallstrang in eine Förderrichtung durch eine Vorrichtung geführt wird, in der er einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Entzundern und/oder Reinigen eines derartigen Metallstrangs.

Ein Verfahren der gattungsgemäßen Art ist aus der JP 03207518 A bekannt.

Für die Weiterverarbeitung - z. B. durch Kaltwalzen, für eine metallische Belebichtung oder die direkte Verarbeitung zu einem Endprodukt - muss warmgewalztes Stahlband eine zunderfreie Oberfläche haben. Daher muss der beim Warmwalzen und während der nachfolgenden Abkühlung entstandene Zunder restlos entfernt werden. Dies erfolgt bei vorbekannten Verfahren durch einen Beizprozess, wobei der aus den verschiedenen Eisenoxiden ( $FeO$ ,  $Fe_3O_4$ ,  $Fe_2O_3$ ) oder bei nichtrostenden Stählen auch aus chromreichen Eisenoxiden bestehende Zunder je nach Stahlqualität mittels verschiedener Säuren (z.B. Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure oder Mischsäure) bei erhöhten Temperaturen durch chemische Reaktion mit der Säure gelöst wird. Vor dem Beizen ist bei Normalstahl

- noch eine zusätzliche mechanische Behandlung durch Streckbiegerichten erforderlich, um den Zunder aufzubrechen und somit ein schnelleres Eindringen der Säure in die Zunderschicht zu ermöglichen. Bei den wesentlich schwieriger zu beizenden nichtrostenden, austenitischen und ferritischen Stählen sind ein Glühen und eine mechanische Vorentzunderung des Bandes beim Beizprozess vorschaltet, um eine möglichst gut beizbare Bandoberfläche zu erzielen. Nach dem
- Beizen muss das Stahlband gespült, getrocknet und je nach Bedarf eingeölt werden, um eine Oxidation zu verhindern.

Das Beizen von Stahlband wird in kontinuierlichen Linien durchgeführt, deren Prozessteil in Abhängigkeit von der Bandgeschwindigkeit eine sehr große Länge haben kann. Derartige Anlagen erfordern daher sehr hohe Investitionen. Der Beizprozess erfordert außerdem sehr viel Energie und einen hohen Aufwand für die Entsorgung der Abwässer und die Regenerierung der Salzsäure, die bei Normalstahl meistens verwendet wird.

Es gibt daher im Stand der Technik verschiedenartige Ansätze, die Entzunderung von metallischen Strängen ohne Einsatz von Säuren zu bewerkstelligen. Bisher bekannte Entwicklungen basieren hier zumeist auf einer mechanischen Entfernung des Zunders (z. B. Ishiclean-Verfahren, APO-Verfahren). Allerdings sind derartige Verfahren hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und Qualität der entzunderten Oberfläche für die industrielle Entzunderung von breitem Stahlband nicht geeignet. Daher wird bei der Entzunderung derartigen Bandes nach wie vor auf den Einsatz von Säuren gesetzt.

Die Nachteile hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und der Umweltbelastung müssen daher bislang in Kauf genommen werden.

Neuere Ansätze für das Entzundern von metallischen Strängen setzen auf die Plasma-Technologie. Dieses Verfahren ist in der bereits eingangs genannten JP

03207518 A sowie in der WO 00/56949 A1, der WO 01/00337 A1, der RU 2153025 C1 und der RU 2139151 C1 beschrieben. Bei der dort offenbarten Plasma-Entzunderungstechnologie läuft das zu entzundernde Gut zwischen speziellen Elektroden, die sich in einer Vakuumkammer befinden. Die Entzunderung erfolgt durch das zwischen Stahlband und Elektroden erzeugte Plasma, wobei eine metallische blanke Oberfläche ohne Rückstände erzeugt wird. Die Plasma-Technologie stellt damit eine wirtschaftliche, qualitativ einwandfreie und umweltfreundliche Möglichkeit der Entzunderung und Reinigung von Stahloberflächen dar. Sie ist einsetzbar für Normalstahl und für nichtrostenden, austenitischen und martensitischen Stahl. Eine spezielle Vorbehandlung ist nicht erforderlich.

Der genannte Stand der Technik stellt dabei primär auf die Entzunderung von Draht und von Rohren ab. Hierbei ergibt sich der Vorteil, dass aufgrund der Geometrie des zu entzundernden Gutes eine relativ einfache Führung der Elektroden möglich ist, so dass die Entzunderung effizient erfolgen kann.

Bei der Entzunderung von Stahlband hat es sich jedoch gezeigt, dass das in den genannten Schriften offenbarte Verfahren zu keinem brauchbaren Ergebnis führt, d. h. dass das entsprechend behandelte Stahlband, zumindest wenn es eine gewisse Breite aufweist, nicht in der benötigten Qualität entzundert werden kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung zum Entzundern und/oder zum Reinigen eines Metallstrangs zu schaffen, mit dem bzw. mit der es möglich ist, auch breite Metallstränge über ihre gesamte Breitenerstreckung in gleichbleibender Qualität effizient und wirkungsvoll mittels der Plasma-Technologie zu entzundern, wobei sowohl die ökonomischen als auch die ökologischen Vorteile dieses Verfahrens nutzbar sein sollen.

Diese Aufgabe wird durch die Erfindung verfahrensgemäß dadurch gelöst, dass der Metallstrang in Förderrichtung vor der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung

- und/oder Plasma-Reinigung einem Prozess unterzogen wird, der dem Metallstrang einen hohen Planheits-Grad verleiht.

Hierbei ist insbesondere an einen Streck-Richtprozess oder an einen Streckbiege-Richtprozess gedacht. Mit diesen kann auf den Metallstrang nämlich eine Zugkraft ausgeübt werden, die eine solche Höhe hat, dass die Planheit des in die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einlaufenden Metallstrangs so hoch ist, dass der Strang die Vorrichtung als ebenes Blech durchlaufen kann. Das Resultat der Entzunderung bzw. Reinigung wird dadurch wesentlich verbessert, so dass das gefertigte Metallband eine hohe Qualität aufweist.

Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, dass die Zugkraft beim Richtprozess so gewählt wird, dass im Metallstrang eine Zugspannung auftritt, die mindestens 10 % der Streckgrenze des Materials des Metallstrangs entspricht.

Das Verfahren kann bei kontinuierlich durchlaufendem Metallstrang betrieben werden; es ist aber auch genauso möglich, den Strang diskontinuierlich, also mit nicht konstanter Geschwindigkeit, durch die Entzunderungs- bzw. Reinigungsanlage zu führen. Der zuletzt genannte Fall ist vor allem für kleine Anlagen interessant.

Die besonders hohe Qualität des gefertigten Metallstrangs kann erreicht werden, wenn nach der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs durchgeführt wird; es ist dann vorgesehen, dass die Geschwindigkeit, mit der der Metallstrang durch die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung im geschlossenen Regelkreis so vorgegeben wird, dass eine gewünschte Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität erzielt wird. Dies bedeutet, dass namentlich bei noch ungenügender Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität die Durchlaufgeschwindigkeit des Metallstrangs durch die Vor-

richtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung herabgesetzt wird, so dass das Plasma eine längere Einwirkungszeit auf den Metallstang hat. Durch lässt sich die Qualität des Entzunderungs- bzw. Reinigungsvorgangs an die speziellen Bedürfnisse anpassen.

Besonders bevorzugt kann sich direkt an das Entzundern und/oder Reinigen des Metallstrangs eine Beschichtung des Strangs mit flüssigem Metall anschließen, insbesondere eine Feuerverzinkung. Hierfür finden die bekannten Beschichtungsverfahren Anwendung. Eine Möglichkeit besteht darin, den Metallstrang durch einen Kessel, der mit dem flüssigen Beschichtungsmetall gefüllt ist, zu führen, wobei eine Umlenkung des Metallstrangs im Kessel stattfindet. Alternativ kann aber auch das CVGL-Verfahren (Continuous Vertical Galvanizing Line) zum Einsatz kommen, bei dem der Metallstrang durch einen Kessel, der mit dem flüssigen Metall gefüllt ist, von unten hindurchgeführt wird, wobei das Beschichtungsmetall im Kessel durch einen elektromagnetischen Verschluss zurückgehalten wird. Nach dem Entzundern und/oder Reinigen und vor dem Beschichten mit flüssigem Metall erfolgt bevorzugt eine Erwärmung des Metallstangs, vorzugsweise durch Induktionserwärmung.

Im unmittelbaren Anschluss an das Entzundern und/oder Reinigen des Metallstrangs kann vorteilhaft ein Kaltwalzen des Metallstrangs erfolgen.

Die Vorrichtung zum Entzundern und/oder Reinigen des Metallstrangs weist eine Anordnung auf, durch die der Metallstrang in Förderrichtung geführt wird und in der der Metallstrang einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird. Die Vorrichtung ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch Mittel, mit denen dem Metallstrang in Förderrichtung vor der Anordnung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung ein hoher Planheits-Grad verliehen werden kann. Diese Mittel bestehen aus mindestens einer Streckricht- oder Streckbiegericht-Maschine. Ferner ist mit Vorteil vor und hinter dem Mittel minde-

stens eine Spannvorrichtung zur Erzeugung einer Zugkraft im Metallstrang angeordnet; als Spannvorrichtung hat sich der S-Rollenstand bewährt.

Eine besonders gute Führung des Metallstrangs durch die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung kann erreicht werden, wenn in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine Spannvorrichtung zur Erzeugung einer Zugkraft im Metallstrang angeordnet ist, wobei auch hier bevorzugt an einen S-Rollenstand gedacht ist. Dadurch wird der Metallstrang beim Passieren der Plasma-Vorrichtung sehr eben halten, was die Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung erhöht.

Die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung kann eine unter Vakuum stehende Behandlungskammer aufweisen, in der in Förderrichtung des Metallstrangs eine Anzahl modularer aufgebauter Elektroden angeordnet sind. Dabei kann vorgesehen werden, dass die einzelnen Elektroden in Abhängigkeit vom Grad der Verzunderung und/oder dem Grad der Verschmutzung der Oberfläche des Metallstrangs sowie in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, mit der der Metallstrang die Plasma-Vorrichtung passiert, unabhängig voneinander ein- und abgeschaltet werden. Es können namentlich genau so viele Elektroden bei der Entzunderung bzw. Reinigung eingeschaltet werden, dass ein gewünschtes Ergebnis erreicht wird.

Eine weitere Qualitätsverbesserung der Entzunderung bzw. Reinigung kann erreicht werden, wenn in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Prüfmittel zur Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs angeordnet werden; diese stehen dann mit Regelmitteln in Verbindung, wobei diese Regelmittel die Geschwindigkeit, mit der der Metallstrang durch die Vorrichtung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung so vorgeben, dass eine gewünschte Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität des Metallstrangs erzielt wird.

Mit Vorteil wird - wie bereits ausgeführt - die erfindungsgemäße Entzunderungs- bzw. Reinigungsanlage in Kombination mit weiteren Behandlungseinrichtungen für den Metallstrang eingesetzt. In Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung können dabei Mittel zum Beschichtung des Metallstrangs mit flüssigem Metall, insbesondere zum Feuerverzinken, angeordnet werden. Diese Mittel können einen Kessel für flüssiges Metall und mindestens eine in diesen integrierte Umlenkrolle aufweisen. Alternativ können die Mittel zum Beschichtung einen Kessel für flüssiges Metall und unter dem Kessel elektromagnetische Mittel zum Zurückhalten des flüssigen Metalls im Kessel aufweisen. In Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung und in Förderrichtung vor den Mitteln zum Beschichtung des Metallstrangs können Mittel zum Erwärmen des Metallstrangs, insbesondere Induktionsheizmittel, angeordnet sein.

Alternativ oder additiv zu den Beschichtungsmitteln können in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel zum Walzen des Metallstrangs angeordnet werden; bei diesen kann es sich um eine mehrgerüstige Kaltwalz-Tandemstrasse handeln.

Ein kontinuierlicher Betrieb der gesamten Anlage wird dadurch begünstigt, dass in Förderrichtung vor der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung ein Bandspeicher angeordnet wird.

Vorteilhaft für eine hohe Produktivität der Anlage ist es weiterhin, wenn in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel zum Besäumen des Metallstrangs (Besäumschere) angeordnet sind.

Die Produktivität der Anlage wird weiterhin auch dadurch verbessert, dass in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel zum Einölen des Metallstrangs angeordnet werden.

Insgesamt ergibt sich eine hochproduktive Anlage zur Verarbeitung eines Metallstrangs, bevorzugt für warmgewalztes Band aus Normalstahl oder aus nichtrostendem Stahl, die eine ökonomische und ökologische Entzunderung und/oder Reinigung des Metallstrangs sicherstellen kann und die sich vor allem in der Kombination mit nachgeschalteten Behandlungseinrichtungen bewährt hat.

Die beschriebene Technologie bietet vor allem im Vergleich mit dem Beizen große Vorteile hinsichtlich des Umweltschutzes, dem Energieverbrauch und der Qualität. Ferner sind die Investitionskosten für entsprechende Anlagen wesentlich geringer als bei bekannten Entzunderungs- und/oder Reinigungsanlagen.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung und nachfolgenden Feuerverzinkung eines Metallstrangs,

Fig. 2 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung und zum nachfolgenden Walzen des Metallstrangs und

Fig. 3 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung des Metallstrangs.

In Figur 1 ist schematisch eine Vorrichtung skizziert, mit der ein Metallstrang 1 zunächst entzündet und anschließend feuerverzinkt werden kann. Der Metallstrang 1 tritt mit vorgegebener Fördergeschwindigkeit  $v$  in Förderrichtung R in die Anlage ein und wird zunächst zwischen zwei S-Rollenständen 5 und 6 geführt, die auf den Metallstrang 1 eine Zugkraft F ausüben. Zwischen den beiden S-

Rollenständen 5, 6 ist ein Mittel 4 zum Richten des Metallstrangs 1 angeordnet. Es handelt sich bei diesem Mittel 4 um eine Streckbiege-Richtmaschine. Schematisch ist angedeutet, dass der Metallstrang 1 in der Streckbiege-Richtmaschine 4 durch anstellbare Walzen unter hoher Spannung durch die Zugkraft F so gebogen bzw. gerichtet wird, dass der Metallstrang 1 einen hohen Planheits-Grad aufweist, nachdem er die Streckbiege-Richtmaschine 4 verlassen hat.

Im Anschluss an die Streckbiege-Richtmaschine 4 wird der Metallstrang 1 der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung zugeführt. Diese Vorrichtung 2 weist eine Behandlungskammer 8 auf, die unter einem Vakuum gehalten wird. Am Ein- bzw. Austritt des Metallstrangs 1 in die bzw. aus der Behandlungskammer 8 ist je eine Schleuse 19 bzw. 20 vorgesehen.

In Förderrichtung hinter der Vorrichtung 2 ist ebenfalls ein S-Rollenstand 7 angeordnet; im Zusammenwirken mit dem S-Rollenstand 6 ist es somit möglich, den Metallstrang 1 beim Passieren der Vorrichtung 2 unter Zug zu halten (Zugkraft F), so dass in Synergie mit der Streckbiege-Richtmaschine 4 sichergestellt ist, dass der Metallstrang 1 die Vorrichtung 2 mit einem extrem hohen Grad an Planheit durchläuft. Diese ist zur Erzielung eines guten Ergebnisses der Entzunderung bzw. Reinigung erforderlich.

Wie in Figur 1 gesehen werden kann, sind in der Behandlungskammer 8 eine Anzahl Elektroden 9 angeordnet, die erforderlich sind, um das Plasma zu erzeugen, mit dem die Oberfläche des Metallstrangs 1 entzündert bzw. gereinigt wird. Details hierzu sind im vorgenannten Schrifttum zu finden.

In Förderrichtung R sind - wie es Figur 1 entnommen werden kann - mehrere Elektroden 9 hintereinander angeordnet. Diese können alle gleichzeitig zum Entzünden bzw. Reinigen aktiviert, d. h mit elektrischer Energie versorgt werden. Es ist jedoch auch möglich, die einzelnen modularartig ausgebildeten Elektroden 9

wahlweise so zu schalten, dass nur eine solche Anzahl Elektroden aktiviert wird, wie es zur Erzielung eines gewünschten Entzunderungs- bzw. Reinigungsergebnisses erforderlich ist.

- In Förderrichtung R hinter der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. Reinigung ist ein Prüfmittel 10 angeordnet, das in der Lage ist, die Oberfläche des Metallstrangs 1 zu inspizieren und das Ergebnis der Prüfung an ein Regelmittel 11 weiterzugeben. Abhängig von der gewünschten Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung kann vorgesehen werden, dass das Regelmittel 11 auf den nicht dargestellten Antrieb der Gesamtvorrichtung derart einwirkt, dass die Fördergeschwindigkeit v des Metallstrangs 1 so beeinflusst wird, dass das Ergebnis der Entzunderung bzw. Reinigung einer gewünschten Vorgabe entspricht.

Reicht die Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung nicht aus, können die Regelmittel 11 die Fördergeschwindigkeit v herabsetzen; dadurch ist die Oberfläche des Metallstrangs 1 einer längeren Einwirkzeit des Plasmas ausgesetzt, wodurch sich das Entzunderungs- bzw. Reinigungsergebnis verbessert. Liegt indes bereits eine übermäßig große, nicht benötigte Qualität vor, können die Regelmittel 11 eine Erhöhung der Fördergeschwindigkeit v vorsehen, so dass die Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung zwar herabgesetzt, die Produktivität der Gesamtanlage jedoch erhöht wird.

Wie Figur 1 weiter entnommen werden kann, befindet sich in Förderrichtung R hinter der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung ein Induktionsheizmittel 14, das den Metallstrang 1 erwärmen kann. Es kann sich hierbei insbesondere um einen induktiv beheizten Glühofen mit einer Schutzgas-Atmosphäre handeln, mit es möglich ist, in sehr kurzer Zeit den Metallstrang 1 auf eine Temperatur von etwa 500 °C zu erhitzen. Anschließend wird der Metallstrang 1 unter Schutzgas und über einen nicht dargestellten Rüssel in einen Kessel 3 mit flüssigem Beschichtungsmetall geführt. Im Kessel 3 ist eine Umlenkrolle 13 ange-

ordnet, die den Metallstrang 1 nach der Beschichtung mit flüssigem Beschichtungsmetall vertikal nach oben umlenkt. Die Induktionsheizmittel 14, der Kessel 3 und die Umlenkrolle 13 bilden die schematisch dargestellten Mittel 12 zum Beschichten des Metallstrangs 1.

Eine alternative Ausgestaltung der Anlage ist in Figur 2 zu sehen. Der Unterschied zu Figur 1 besteht darin, dass in Figur 2 der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung Mittel 15 zum Walzen des entzünderten bzw. gereinigten Metallstrangs 1 nachgeschaltet sind. Bei diesen Mitteln handelt es sich um eine mehrgerüstige Kaltwalz-Tandemstraße, auf der der Metallstrang 1 auf die gewünschte Enddicke gewalzt wird.

In Figur 3 ist eine Vorrichtung skizziert, die lediglich der Entzunderung des Metallstrangs 1 dient, die jedoch nach Art der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Lösungen auch mit nachfolgenden Einrichtungen kombiniert werden kann.

Der Metallstrang 1 wird in aufgewickelter Form von einem Abhaspel 21 einer Schweißmaschine 22 zugeführt, wo der Metallstrang 1 mit dem vorhergehenden Metallstrang zusammengeschweißt wird. Vor dem Schweißen werden die Bändernden mit einer Schere 23 geschnitten, um eine einwandfreie Schweißung zu ermöglichen.

Der Metallstrang 1 wird dann der Streck-Richtmaschine bzw. Streckbiege-Richtmaschine 4 zugeführt, in der der Strang 1 durch Biegung und Aufbringung einer Zugkraft so gerichtet werden kann, dass er eine optimale Planheit hat, bevor er in die Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. Plasma-Reinigung einläuft. Zunächst durchtritt der Metallstrang 1 die Schleuse 19, woraufhin er sich in der Behandlungskammer 8 befindet, in der ein Vakuum herrscht. Das Vakuum wird durch die Vakuumpumpe 24 erzeugt. In der Behandlungskammer 8 erfolgt die Entzunderung bzw. Reinigung durch das sich zwischen den Elektroden 9 und dem

**M**etallstrang 1 befindliche Plasma. Die Zahl der Elektroden 9 hängt dabei von der Bandgeschwindigkeit  $v$  ab, um die erforderliche Verweilzeit des Metallstrangs 1 im Plasma zu gewährleisten.

Nach der vollständigen Entzunderung bzw. hinreichenden Reinigung läuft der Metallstrang 1 durch die Vakuumschleuse 20 zum S-Rollenstand 7, der - wie bereits erläutert - den erforderlichen hohen Bandzug für einen möglichst horizontalen Banddurchlauf im Zusammenwirken mit dem S-Rollenstand 6 erzeugt. Bei längeren Behandlungskammern 8 und für hohe Bandgeschwindigkeiten  $v$  sind Tragrollen 25 zwischen den Elektroden 9 angeordnet, die einen Durchhang des Metallstrangs 1 verhindern.

Mit der Besäumschere 17 wird die genaue Breite des Metallstrangs 1 erzielt. Falls erforderlich, wird der Metallstrang 1 anschließend mit der Einölmachine 18 elektrostatisch eingeölt, um die Oberfläche des Metallstrangs 1 vor Korrosion zu schützen. Mit einer Schere 26 wird der Metallstrang 1 vor dem Abschieben des fertigen Bundes zerteilt. Es kann auch mit je zwei Haspeln 21 und 27 im Einlauf und im Auslauf gearbeitet werden, um möglichst kurze Bundwechselzeiten zu erreichen.

Mit einem Bandspeicher 16 und einem Bandspeicher 28 ist ein kontinuierlicher Bandlauf im Prozessteil der Anlage möglich. Für Anlagen mit geringer Leistung ist ein diskontinuierlicher Betrieb ohne Bandspeicher möglich, wobei die Anlage während der Bundwechsel angehalten wird. Im Gegensatz zum Beizen ist dies bei der Plasma-Entzunderung ohne Ausbringverluste möglich.

In obiger Beschreibung wurde stets sowohl von der Entzunderung als auch von der Reinigung des Metallstrangs gesprochen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die Plasma-Technologie nicht nur für die Entzunderung, sondern auch sehr

gut für die Reinigung metallischer Oberflächen von organischen oder anorganischen Substanzen (z. B. Öl) geeignet ist.

Kaltgewalztes geöltes Stahlband muss beispielsweise vor einer metallischen Be- schichtung spezielle alkalische und elektrolytische Reinigungstanks mit nachfol- gendem Spülen und teilweise auch Bürsten durchlaufen, um die erforderliche metallisch blanke Oberfläche zu erzielen. Vorbekannte Anlagen setzen auch hier- für chemische Mittel ein, bei denen sich die eingangs genannten Umweltprobleme stellen. Der Einsatz der Plasma-Technologie für die Reinigung des Metallstrangs bringt auch hier große Vorteile.

Bei der Koppelung der in Figur 3 skizzierten Anlage mit Nachfolgebehandlungs- einrichtungen gemäß der Figuren 1 und 2 ergeben sich - wie bereits erwähnt - hohe wirtschaftliche Vorteile. Die Zwischenlagerung des entzünderten bzw. gerei- nigten Bandes entfällt, so dass sowohl Produktions- als auch Qualitätsverbesse- rungen erzielt werden können. Dem Bandspeicher 28 (siehe Figur 3) hinter der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung kommt dabei eine be- sondere Bedeutung zu. Das entzündete und vorzugsweise bereits besäumte Band kann dann ohne Zwischenlagerung unter gleichmäßigem Bandzug kontinuierlich in die Nachfolgeeinrichtung (Feuerverzinkungsanlage, Kaltwalz- Tandemstraße) einlaufen. Das fertige Band kann dabei hinter der Nachfolgeein- richtung, insbesondere hinter der Kaltwalz-Tandemstraße, wechselweise mit zwei Haspeln aufgewickelt und mit einer Schere unterteilt werden.

**Bezugszeichenliste:**

- 1 Metallstrang
- 2 Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung/-Reinigung
- 3 Kessel mit flüssigem Beschichtungsmetall
- 4 Mittel zum Richten des Metallstrangs  
(Streckrichtmaschine, Streckbiegerichtmaschine)
- 5 Spannvorrichtung (S-Rollenstand)
- 6 Spannvorrichtung (S-Rollenstand)
- 7 Spannvorrichtung (S-Rollenstand)
- 8 Behandlungskammer
- 9 Elektroden
- 10 Prüfmittel
- 11 Regelmittel
- 12 Mittel zum Beschichtung des Metallstrangs
- 13 Umlenkrolle
- 14 Mittel zum Erwärmen des Metallstrangs  
(Induktionsheizmittel)
- 15 Mittel zum Walzen des Metallstrangs
- 16 Bandspeicher
- 17 Mittel zum Besäumen des Metallstrangs  
(Besäumschere)
- 18 Mittel zum Einölen des Metallstrangs  
(Einölmaschine)
- 19 Schleuse
- 20 Schleuse
- 21 Abhaspel

22 **Schweißmaschine**

- 23 Schere
- 24 Vakuumpumpe
- 25 Tragrolle
- 26 Schere
- 27 Aufhaspel
- 28 Bandspeicher

Förderrichtung  
Fördergeschwindigkeit  
Zugkraft

v

F

07. NOV. 2002

Gi.hk

40 151

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zum Entzündern und/oder Reinigen eines Metallstrangs (1), insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus nichtrostendem Stahl, bei dem der Metallstrang (1) in Förderrichtung (R) durch eine Vorrichtung (2) geführt wird, in der er einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Metallstrang (1) in Förderrichtung (R) vor der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einem Prozess unterzogen wird, der dem Metallstrang (1) einen hohen Planheits-Grad verleiht.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Metallstrang (1) einem Streck-Richtprozess unterworfen wird.

Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Metallstrang (1) einem Streckbiege-Richtprozess unterworfen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass eine Zugkraft (F) so ausgeübt wird, dass im Metallstrang (1) eine Zugspannung auftritt, die mindestens 10 % der Streckgrenze des Materials des Metallstrangs (1) entspricht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,  
dass der Metallstrang (1) kontinuierlich durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,  
dass der Metallstrang (1) diskontinuierlich durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,  
dass nach der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs (1) durchgeführt wird, wobei die Geschwindigkeit (v), mit der der Metallstrang (1) durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung im geschlossenen Regelkreis so vorgegeben wird, dass eine gewünschte Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität erzielt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,  
dass der Metallstrang (1) im Anschluss an das Entzundern und/oder Reinigen des mit flüssigem Metall beschichtet wird, insbesondere in einer Feuerverzinkung.
9. Verfahren nach Anspruch 8,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,

dass der Metallstrang (1) nach dem Entzündern und/oder Reinigen und vor dem Beschichten mit flüssigem Metall einer Erwärmung, insbesondere einer Induktionserwärmung, unterzogen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,**

dass der Metallstrang (1) im Anschluss an das Entzündern und/oder Reinigen kaltgewalzt wird.

Vorrichtung zum Entzündern und/oder Reinigen eines Metallstrangs (1), insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus nicht rostendem Stahl, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, die eine Vorrichtung (2) aufweist, durch die der Metallstrang (1) in eine Förderrichtung (R) geführt wird und in der der Metallstrang (1) einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird,

**g e k e n n z e i c h n e t d u r c h**

Mittel (4), die in Förderrichtung (R) vor der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung angeordnet sind und dem Metallstrang (1) einen hohen Planheits-Grad verleihen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 11,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,**

dass vor und/oder hinter dem Mittel (4) mindestens eine Spannvorrichtung (5, 6) zur Erzeugung einer Zugkraft (F) im Metallstrang (1) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,**

dass die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine unter Vakuum stehende Behandlungskammer (8) aufweist, in

der in Förderrichtung (R) des Metallstrangs (1) eine Anzahl modulartig aufgebauter Elektroden (9) angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,**  
dass die einzelnen Elektroden (9) in Abhängigkeit vom Grad der Verzunderung und/oder dem Grad der Verschmutzung der Oberfläche des Metallstrangs (1) sowie in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (v), mit der der Metallstrang (1) die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung passiert, unabhängig voneinander ein- und abschaltbar sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,**  
dass in Förderrichtung (R) hinter der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Prüfmittel (10) zur Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs (1) angeordnet sind, die mit Regelmitteln (11) in Verbindung stehen, wobei die Regelmittel (11) die Geschwindigkeit (v), mit der der Metallstrang (1) durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung zur Erzielung der gewünschten Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität des Metallstrangs (1) vorgeben.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,**  
dass in Förderrichtung (R) hinter der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel (12) zum Beschichten des Metallstrangs (1) mit flüssigem Metall, insbesondere zum Feuerverzinken, angeordnet sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t;**

dass in Förderrichtung (R) hinter der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel (15) zum Kaltwalzen des Metallstrangs (1) angeordnet sind.

07. NOV. 2002

Gi.hk

40 151

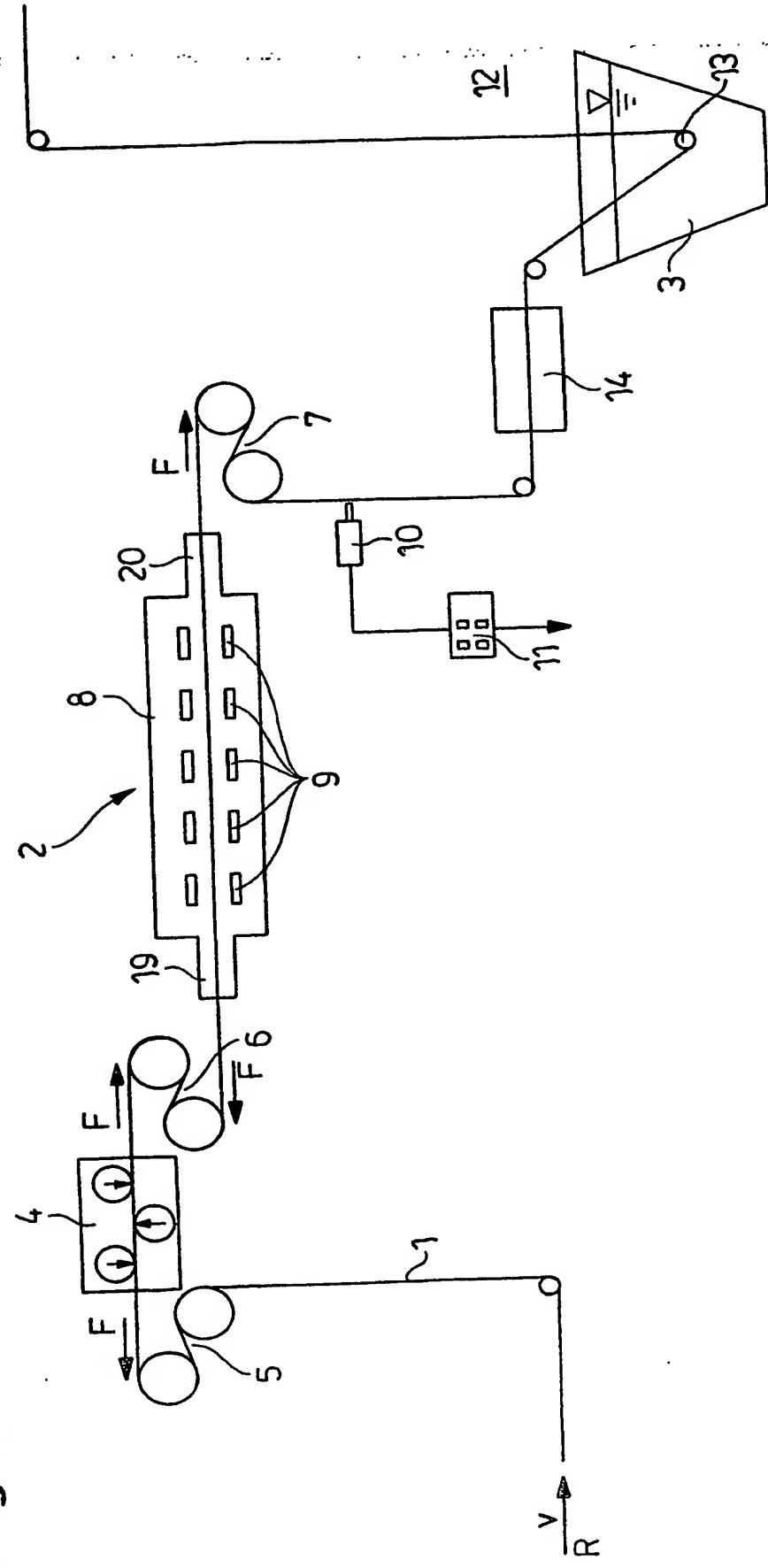
SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

**Zusammenfassung:**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entzundern und/oder Reinigen eines Metallstrangs (1), insbesondere eines warmgewalzten Strangs aus Normalstahl oder aus nichtrostendem Stahl. Verfahrensgemäß wird der Metallstrang (1) in eine Förderrichtung (R) durch eine Vorrichtung (2) geführt, in der er einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird. Zur Verbesserung des Ergebnisses der Entzunderung bzw. der Reinigung des Metallstrangs ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Metallstrang (1) in Förderrichtung (R) vor der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einem Prozess unterzogen wird, der dem Metallstrang (1) einen hohen Planheits-Grad verleiht.

(Fig. 3)

Fig. 1



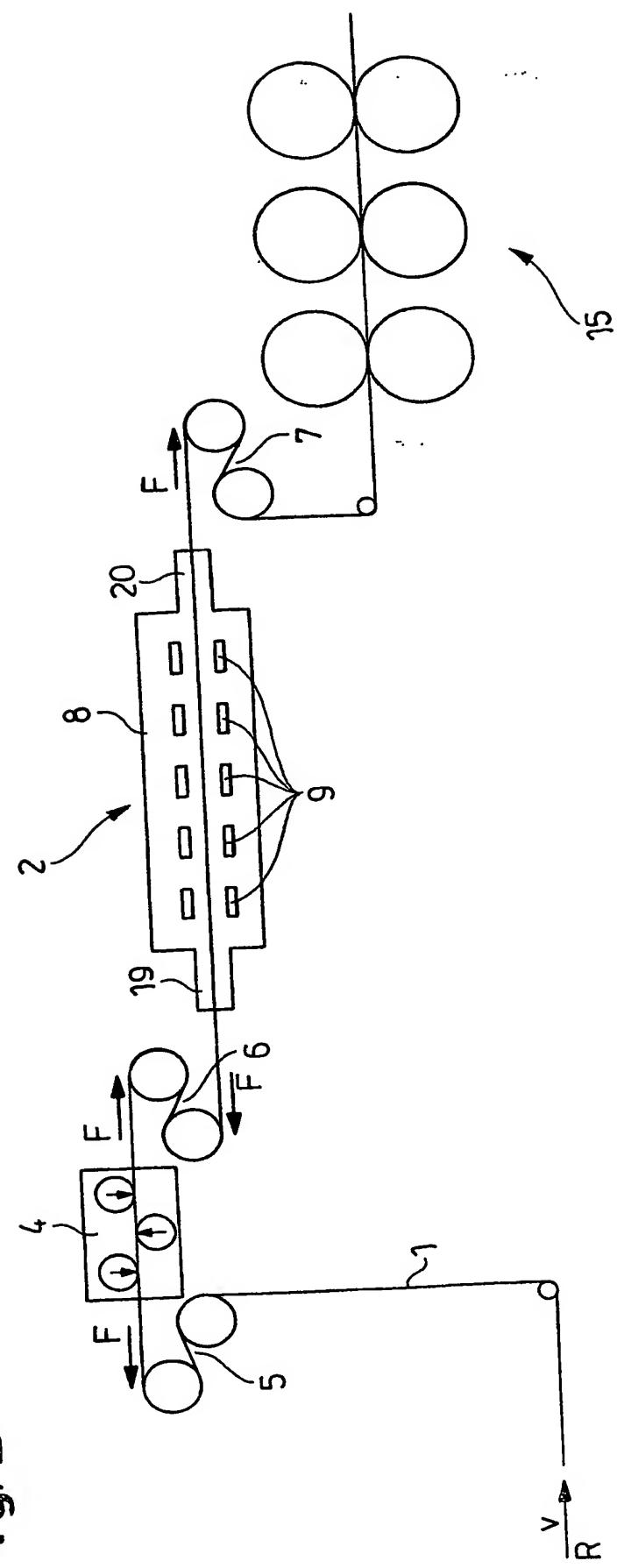
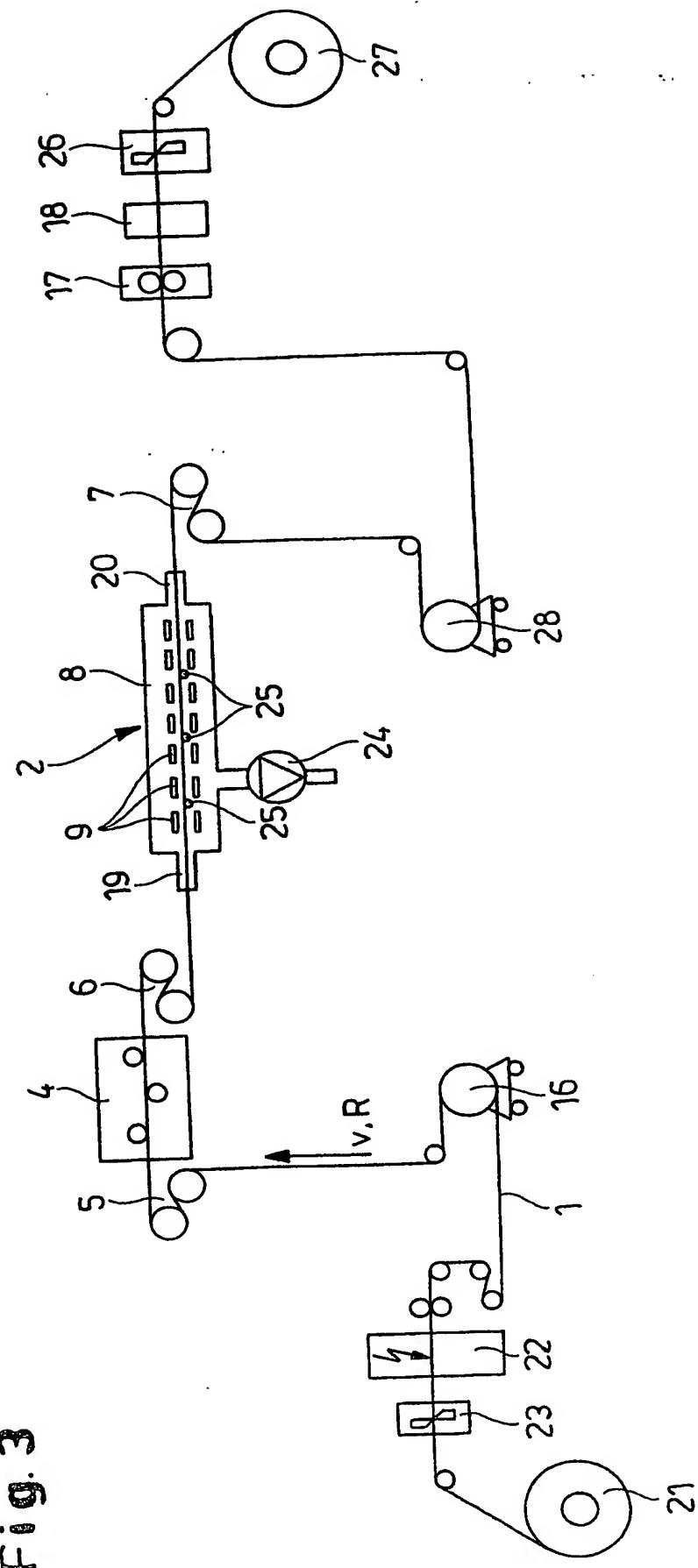


Fig. 2

Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**